

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung
SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2010)

Heft: 1: Atommüll : Vergraben und vergessen?

Artikel: Was ist Atommüll?

Autor: Paschotta, Rüdiger

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-586153>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Was ist Atommüll?

Atommüll ist ein gefährliches Gemisch von radioaktiven Substanzen, welche sehr unterschiedlich lange strahlen. Hier sollen einige Grundlagen verständlich erläutert werden.



Von **DR. RÜDIGER PASCHOTTA**
Physiker, Paschotta@rp-photonics.com

Radioaktive Substanzen sind solche, deren Atomkerne instabil sind: Diese zerfallen früher oder später unter Aussendung von hochenergetischen Teilchen und/oder Lichtquanten, welche beide als ionisierende Strahlung bezeichnet werden und lebende Zellen schädigen können. Die beim Zerfall entstehenden Atomkerne können wiederum instabil sein, so dass ganze Zerfallsketten entstehen.

Jede Substanz hat eine charakteristische Halbwertszeit. In dieser Zeit zerfällt die Hälfte der ursprünglichen Menge. Nach zwei Halbwertszeiten bleibt dann noch ein Viertel der Menge übrig, nach zehn Halbwertszeiten knapp ein Tausendstel. Die Halbwertszeiten variieren gewaltig, von Sekundenbruchteilen bis hin zu Milliarden von Jahren. Eine gewisse Menge einer Substanz strahlt sehr stark, wenn sie kurzlebig ist, aber dann eben nicht sehr lange. Umgekehrt strahlen langlebige Substanzen schwach, dafür über lange Zeit.

Verschiedene Arten von Strahlung haben sehr unterschiedliche Eigenschaften. Beispielsweise haben Alpha- und Beta-Strahler eine sehr starke Wirkung auf ihre unmittelbare Umgebung, aber nur eine sehr geringe Reichweite. Für die Gesundheit gefährlich sind solche Substanzen nur, wenn sie in den Körper gelangen, etwa durch Nahrung oder die Atemluft. Dagegen haben Gamma- und Neutronenstrahlung eine hohe Durchdringungsfähigkeit. Besonders hochenergetische Gamma-Strahlung lässt sich nur mit dicken und schweren Materialschichten abschirmen.

Zusammensetzung von Atommüll

Natururan strahlt wegen seiner sehr langen Halbwertszeit schwach; es ist nicht besonders gefährlich, selbst ein Kilogramm Uran in der Hand zu halten. Dagegen sind die ausgedienten («abgebrannten») Brennstäbe von Atomkraftwerken extrem gefährlich; sie stellen den problematischsten Atommüll dar und enthalten eine grosse Palette gefährlicher Substanzen:

- Extrem starke Strahlung erzeugen die kurzlebigen Produkte der Uranspaltung. Innerhalb von ein paar

Wochen nimmt diese Strahlung schon deutlich ab, bleibt aber dann für viele Jahre auf sehr hohem Niveau. Hierbei entsteht auch viel Wärme, die zuverlässig abgeführt werden muss, weil das Material sonst schnell schmilzt und kaum mehr zu beherrschen ist. Erst nach mehreren Jahrhunderten ist die Strahlung auf ein Niveau abgesunken, welches z. B. dem des Uranerzes entspricht.

- Vergleichsweise harmlos ist das restliche Uran, obwohl dieses mengenmässig den Löwenanteil ausmacht. Ein kleiner Teil des Urans ist von der spaltbaren Sorte, die (wenn abgetrennt) noch in herkömmlichen Atomreaktoren verwendbar wäre.
- Schliesslich gibt es noch einen Anteil von Transuranen, die sehr langlebig sind, teils sogar mit Halbwertszeiten von Millionen von Jahren. Auch das berühmte Plutonium mit 24'000 Jahren gehört zu den Transuranen. Anfangs wird die Strahlung der Transurane völlig von der viel stärkeren Strahlung der Spaltprodukte überdeckt. Langfristig gesehen sind die Transurane aber das grosse Problem, weil sie selbst nach vielen Jahrtausenden keinesfalls in die belebte Umwelt gelangen dürfen.

Auf mittel- und schwachaktive Abfälle, die z. B. auch in der Nuklearmedizin entstehen, soll hier nicht weiter eingegangen werden. Sie sind weniger gefährlich, fallen allerdings in grösseren Mengen an.

Wiederaufarbeitung

Verfahren der Wiederaufarbeitung erlauben es, die genannten Stoffklassen weitgehend voneinander zu trennen. So lässt sich spaltbares Uran wiederverwenden und der Bedarf an Natururan etwas senken, was angesichts begrenzter Vorräte und der erheblichen Umweltbelastungen des Uranbergbaus vorteilhaft ist. Der verbleibende Atommüll, der immer noch endgelagert werden muss, strahlt fast genauso stark wie der ursprüngliche. Jedoch bietet der Umstand, dass die Spaltprodukte nun konzentriert vorliegen, gewisse technische Vorteile für die Tiefenlagerung. Andererseits ist der Prozess der Wiederaufarbeitung hoch gefährlich, und selbst ohne Unfälle gelangen erhebliche Mengen von Radioaktivität in die Umwelt. So belastet etwa die berühmte Anlage von La Hague die Umwelt weitaus stärker als jedes (nicht havarierte) Atomkraft-



Foto: Comet (www.nagra.ch)

Im Zwischenlager in Würenlingen werden abgebrannte Brennelemente in massiven Behältern gelagert, bis das bestmögliche Tiefenlagerkonzept gefunden und umgesetzt werden kann.

werk. Hinzu kommt, dass die Wiederaufarbeitung die Gewinnung von Plutonium ermöglicht und damit ein wichtiger Schritt für den Bau von Atomwaffen sein kann. Diese teure Technik kann also das Atommüllproblem nicht lösen, sondern allenfalls die Lösung geringfügig erleichtern, während andererseits massive neue Probleme geschaffen werden. Aus diesen Gründen ist die Wiederaufarbeitung beispielsweise in den USA seit den 1970er-Jahren verboten.

Transmutation

Obwohl die Spaltprodukte kurzfristig am gefährlichsten sind, wäre es sicherheitstechnisch sehr attraktiv, die langlebigen Transurane ebenfalls zu spalten. Dies ist im Prinzip möglich, insbesondere durch massive Bestrahlung mit Neutronen, wie sie in sogenannten Brutreaktoren verfügbar sind. Die Strahlung des Materials wird dann kurzfristig viel stärker, dafür aber viel kurzlebiger, so dass der verbleibende Müll «nur» noch für etliche Jahrhunderte anstatt für viele Jahrtausende sicher gelagert werden muss. Zudem würde die gesamte Energieausbeute des Urans gewaltig gesteigert. Anstelle von Brutreaktoren werden für diesen Zweck auch andere Konzepte diskutiert, beispielsweise ein unterkritischer Kernreaktor¹ nach Carlo Rubbia, welcher gewisse sicherheitstechnische Vorteile hätte, allerdings wohl auch noch wesentlich höhere Kosten. Bis anhin wurden nur geringfügige Mengen von Atommüll im Rahmen von Forschungsprojekten der Transmutation zugeführt. Die grosstechnische Anwendung

krankt vor allem daran, dass alle bisher entwickelten Brutreaktoren extrem teuer und unzuverlässig waren und zudem im Vergleich zu konventionellen Reaktoren schwerwiegende Sicherheitsnachteile haben. Somit ist auch die Transmutation allenfalls eine vage Zukunftshoffnung. Die Aussicht, das Atommüllproblem auf einige Jahrhunderte zu verkürzen und dabei sogar noch zusätzliche Energie zu gewinnen, hat etwas Verlockendes, dürfte aber bis auf Weiteres schwer realisierbar sein. In jedem Fall dürften die Kosten sehr hoch werden.

Fazit

Atommüll, insbesondere der hochaktive Abfall aus Brennelementen, ist extrem gefährlich und bleibt dies für lange Zeiten. Kurzfristig strahlen die Spaltprodukte extrem stark, während langfristig die Transurane das grösste Problem darstellen. Durch Transmutation liesse sich dieses Hauptproblem eventuell lösen, jedoch scheint eine praktische Realisierung in weiter Ferne zu liegen. Deshalb konzentriert man sich bis auf Weiteres auf Tiefenlagerkonzepte, welche den gefährlichen Abfall für sehr lange Zeiten sicher einschliessen sollen. <

¹ «Unterkritisch» bedeutet hier, dass die Kernspaltung etwas zu wenige Neutronen liefert, um eine Kettenreaktion selbst aufrechterhalten zu können, und dieses Defizit durch eine externe Neutronenquelle (basierend auf einem Beschleuniger) gedeckt wird. Schaltet man diese ab, kommt die Kettenreaktion sofort zum Erliegen.